

CLAIMS

We claim:

- 5 1. An isolated nucleic acid comprising a nucleotide sequence that encodes a *vls* peptide of *Borrelia garinii* or *Borrelia afzelii*.
2. The nucleic acid of claim 1 further defined as comprising a nucleotide sequence that encodes at least 16 contiguous amino acids of SEQ ID NO:6, SEQ ID
10 NO:8, SEQ ID NO:10, SEQ ID NO:12, SEQ ID NO:59, SEQ ID NO:61, SEQ ID NO:63, SEQ ID NO:65, SEQ ID NO:67, SEQ ID NO:69, SEQ ID NO:71, SEQ ID NO:73, SEQ ID NO:75, SEQ ID NO:77, SEQ ID NO:79, SEQ ID NO:81, SEQ ID NO:83, SEQ ID NO:85, SEQ ID NO:87, and SEQ ID NO:97.
- 15 3. The nucleic acid of claim 1 further defined as comprising a nucleotide sequence that encodes at least 20 contiguous amino acids of SEQ ID NO:6, SEQ ID NO:8, SEQ ID NO:10, SEQ ID NO:12, SEQ ID NO:59, SEQ ID NO:61, SEQ ID NO:63, SEQ ID NO:65, SEQ ID NO:67, SEQ ID NO:69, SEQ ID NO:71, SEQ ID NO:73, SEQ ID NO:75, SEQ ID NO:77, SEQ ID NO:79, SEQ ID NO:81, SEQ ID
20 NO:83, SEQ ID NO:85, SEQ ID NO:87, and SEQ ID NO:97.
4. The nucleic acid of claim 1 further defined as comprising a nucleotide sequence that encodes at least 35 contiguous amino acids of SEQ ID NO:6, SEQ ID NO:8, SEQ ID NO:10, SEQ ID NO:12, SEQ ID NO:14, SEQ ID NO:16, SEQ ID
25 NO:18, SEQ ID NO:20, SEQ ID NO:30, SEQ ID NO:32, SEQ ID NO:34, SEQ ID NO:36, SEQ ID NO:38, SEQ ID NO:40, SEQ ID NO:52, SEQ ID NO:54, SEQ ID NO:56, SEQ ID NO:59, SEQ ID NO:61, SEQ ID NO:63, SEQ ID NO:65, SEQ ID NO:67, SEQ ID NO:69, SEQ ID NO:71, SEQ ID NO:73, SEQ ID NO:75, SEQ ID NO:77, SEQ ID NO:79, SEQ ID NO:81, SEQ ID NO:83, SEQ ID NO:85, SEQ ID
30 NO:87, SEQ ID NO:91, SEQ ID NO:93, SEQ ID NO:95, and SEQ ID NO:97.

5. The nucleic acid of claim 1 further defined as comprising a nucleotide sequence that encodes at least 50 contiguous amino acids of SEQ ID NO:6, SEQ ID NO:8, SEQ ID NO:10, SEQ ID NO:12, SEQ ID NO:14, SEQ ID NO:16, SEQ ID NO:18, SEQ ID NO:20, SEQ ID NO:30, SEQ ID NO:32, SEQ ID NO:34, SEQ ID NO:36, SEQ ID NO:38, SEQ ID NO:40, SEQ ID NO:52, SEQ ID NO:54, SEQ ID NO:56, SEQ ID NO:59, SEQ ID NO:61, SEQ ID NO:63, SEQ ID NO:65, SEQ ID NO:67, SEQ ID NO:69, SEQ ID NO:71, SEQ ID NO:73, SEQ ID NO:75, SEQ ID NO:77, SEQ ID NO:79, SEQ ID NO:81, SEQ ID NO:83, SEQ ID NO:85, SEQ ID NO:87, SEQ ID NO:91, SEQ ID NO:93, SEQ ID NO:95, and SEQ ID NO:97.

10

6. The nucleic acid of claim 1 further defined as comprising a nucleotide sequence that encodes a peptide comprising SEQ ID NO:6, SEQ ID NO:8, SEQ ID NO:10, SEQ ID NO:12, SEQ ID NO:14, SEQ ID NO:16, SEQ ID NO:18, SEQ ID NO:20, SEQ ID NO:30, SEQ ID NO:32, SEQ ID NO:34, SEQ ID NO:36, SEQ ID NO:38, SEQ ID NO:40, SEQ ID NO:52, SEQ ID NO:54, SEQ ID NO:56, SEQ ID NO:59, SEQ ID NO:61, SEQ ID NO:63, SEQ ID NO:65, SEQ ID NO:67, SEQ ID NO:69, SEQ ID NO:71, SEQ ID NO:73, SEQ ID NO:75, SEQ ID NO:77, SEQ ID NO:79, SEQ ID NO:81, SEQ ID NO:83, SEQ ID NO:85, SEQ ID NO:87, SEQ ID NO:91, SEQ ID NO:93, SEQ ID NO:95, and SEQ ID NO:97.

20

7. The nucleic acid of claim 1 further defined as an RNA segment.

8. The nucleic acid of claim 1 further defined as comprising at least 50 contiguous nucleotides of SEQ ID NO:5, SEQ ID NO:7, SEQ ID NO:9, SEQ ID NO:11, SEQ ID NO:13, SEQ ID NO:15, SEQ ID NO:17, SEQ ID NO:19, SEQ ID NO:29, SEQ ID NO:31, SEQ ID NO:33, SEQ ID NO:35, SEQ ID NO:37, SEQ ID NO:39, SEQ ID NO:49, SEQ ID NO:51, SEQ ID NO:53, SEQ ID NO:55, SEQ ID NO:57, SEQ ID NO:58, SEQ ID NO:60, SEQ ID NO:62, SEQ ID NO:64, SEQ ID NO:66, SEQ ID NO:68, SEQ ID NO:70, SEQ ID NO:72, SEQ ID NO:74, SEQ ID NO:76, SEQ ID NO:78, SEQ ID NO:80, SEQ ID NO:82, SEQ ID NO:84, SEQ ID NO:86, SEQ ID NO:88, SEQ ID NO:89, SEQ ID NO:90, SEQ ID NO:92, SEQ ID NO:94, and SEQ ID NO:96.

30

9. The nucleic acid of claim 1 further defined as comprising at least 75 contiguous nucleotides of SEQ ID NO:5, SEQ ID NO:7, SEQ ID NO:9, SEQ ID NO:11, SEQ ID NO:13, SEQ ID NO:15, SEQ ID NO:17, SEQ ID NO:19, SEQ ID NO:29, SEQ ID NO:31, SEQ ID NO:33, SEQ ID NO:35, SEQ ID NO:37, SEQ ID NO:39, SEQ ID NO:49, SEQ ID NO:51, SEQ ID NO:53, SEQ ID NO:55, SEQ ID NO:57, SEQ ID NO:58, SEQ ID NO:60, SEQ ID NO:62, SEQ ID NO:64, SEQ ID NO:66, SEQ ID NO:68, SEQ ID NO:70, SEQ ID NO:72, SEQ ID NO:74, SEQ ID NO:76, SEQ ID NO:78, SEQ ID NO:80, SEQ ID NO:82, SEQ ID NO:84, SEQ ID NO:86, SEQ ID NO:88, SEQ ID NO:89, SEQ ID NO:90, SEQ ID NO:92, SEQ ID NO:94, and SEQ ID NO:96.
10. The isolated nucleic acid of claim 1 further defined as comprising at least 103 contiguous nucleotides of SEQ ID NO:5, SEQ ID NO:7, SEQ ID NO:9, SEQ ID NO:11, SEQ ID NO:13, SEQ ID NO:15, SEQ ID NO:17, SEQ ID NO:19, SEQ ID NO:29, SEQ ID NO:31, SEQ ID NO:33, SEQ ID NO:35, SEQ ID NO:37, SEQ ID NO:39, SEQ ID NO:49, SEQ ID NO:51, SEQ ID NO:53, SEQ ID NO:55, SEQ ID NO:57, SEQ ID NO:58, SEQ ID NO:60, SEQ ID NO:62, SEQ ID NO:64, SEQ ID NO:66, SEQ ID NO:68, SEQ ID NO:70, SEQ ID NO:72, SEQ ID NO:74, SEQ ID NO:76, SEQ ID NO:78, SEQ ID NO:80, SEQ ID NO:82, SEQ ID NO:84, SEQ ID NO:86, SEQ ID NO:88, SEQ ID NO:89, SEQ ID NO:90, SEQ ID NO:92, SEQ ID NO:94, and SEQ ID NO:96.
11. The isolated nucleic acid of claim 1 further defined as comprising at least 110 contiguous nucleotides of SEQ ID NO:5, SEQ ID NO:7, SEQ ID NO:9, SEQ ID NO:11, SEQ ID NO:13, SEQ ID NO:15, SEQ ID NO:17, SEQ ID NO:19, SEQ ID NO:29, SEQ ID NO:31, SEQ ID NO:33, SEQ ID NO:35, SEQ ID NO:37, SEQ ID NO:39, SEQ ID NO:49, SEQ ID NO:51, SEQ ID NO:53, SEQ ID NO:55, SEQ ID NO:57, SEQ ID NO:58, SEQ ID NO:60, SEQ ID NO:62, SEQ ID NO:64, SEQ ID NO:66, SEQ ID NO:68, SEQ ID NO:70, SEQ ID NO:72, SEQ ID NO:74, SEQ ID NO:76, SEQ ID NO:78, SEQ ID NO:80, SEQ ID NO:82, SEQ ID NO:84, SEQ ID NO:86, SEQ ID NO:88, SEQ ID NO:89, SEQ ID NO:90, SEQ ID NO:92, SEQ ID NO:94, and SEQ ID NO:96.

12. The isolated nucleic acid of claim 1 further defined as comprising the nucleotide sequence of SEQ ID NO:5, SEQ ID NO:7, SEQ ID NO:9, SEQ ID NO:11, SEQ ID NO:13, SEQ ID NO:15, SEQ ID NO:17, SEQ ID NO:19, SEQ ID NO:29, SEQ ID NO:31, SEQ ID NO:33, SEQ ID NO:35, SEQ ID NO:37, SEQ ID NO:39, 5 SEQ ID NO:49, SEQ ID NO:51, SEQ ID NO:53, SEQ ID NO:55, SEQ ID NO:57, SEQ ID NO:58, SEQ ID NO:60, SEQ ID NO:62, SEQ ID NO:64, SEQ ID NO:66, SEQ ID NO:68, SEQ ID NO:70, SEQ ID NO:72, SEQ ID NO:74, SEQ ID NO:76, SEQ ID NO:78, SEQ ID NO:80, SEQ ID NO:82, SEQ ID NO:84, SEQ ID NO:86, SEQ ID NO:88, SEQ ID NO:89, SEQ ID NO:90, SEQ ID NO:92, SEQ ID NO:94, 10 and SEQ ID NO:96.

13. An isolated nucleic acid obtained by the amplification of a *Borrelia* nucleic acid with a primer selected from the group consisting of SEQ ID NO:21, SEQ ID NO:22, SEQ ID NO:23, SEQ ID NO:24, SEQ ID NO:25, SEQ ID NO:26, SEQ ID 15 NO:27, SEQ ID NO:98, SEQ ID NO:99, SEQ ID NO:100, SEQ ID NO:101, SEQ ID NO:102, SEQ ID NO:103, SEQ ID NO:104, SEQ ID NO:105, SEQ ID NO:106, and SEQ ID NO:107.

14. A recombinant host cell comprising a heterologous nucleic acid comprising a 20 nucleotide sequence that encodes a *vls* peptide of *Borrelia garinii* or *Borrelia afzelii*.

15. The recombinant host cell of claim 14, further defined as an *E. coli* cell.

16. A method of using an isolated nucleic acid that encodes a *vls* polypeptide of 25 *Borrelia garinii* or *Borrelia afzelii*, comprising the steps of:

- (a) preparing a recombinant vector in which the isolated nucleic acid is positioned under the control of a promoter;
- (b) introducing said recombinant vector into a host cell;
- (c) culturing said host cell under conditions effective to allow expression 30 of the polypeptide; and
- (d) collecting said expressed polypeptide.

17. An isolated polypeptide comprising a Vls polypeptide of *Borrelia garinii* or *Borrelia afzelii*.

18. The isolated polypeptide of claim 17 further defined as comprising at least 16 contiguous amino acids of SEQ ID NO:6, SEQ ID NO:8, SEQ ID NO:10, SEQ ID NO:12, SEQ ID NO:59, SEQ ID NO:61, SEQ ID NO:63, SEQ ID NO:65, SEQ ID NO:67, SEQ ID NO:69, SEQ ID NO:71, SEQ ID NO:73, SEQ ID NO:75, SEQ ID NO:77, SEQ ID NO:79, SEQ ID NO:81, SEQ ID NO:83, SEQ ID NO:85, SEQ ID NO:87, and SEQ ID NO:97.

19. The isolated polypeptide of claim 17 further defined as comprising at least 20 contiguous amino acids of SEQ ID NO:6, SEQ ID NO:8, SEQ ID NO:10, SEQ ID NO:12, SEQ ID NO:59, SEQ ID NO:61, SEQ ID NO:63, SEQ ID NO:65, SEQ ID NO:67, SEQ ID NO:69, SEQ ID NO:71, SEQ ID NO:73, SEQ ID NO:75, SEQ ID NO:77, SEQ ID NO:79, SEQ ID NO:81, SEQ ID NO:83, SEQ ID NO:85, SEQ ID NO:87, and SEQ ID NO:97.

20. The isolated polypeptide of claim 17 further defined as comprising at least 35 contiguous amino acids of SEQ ID NO:6, SEQ ID NO:8, SEQ ID NO:10, SEQ ID NO:12, SEQ ID NO:14, SEQ ID NO:16, SEQ ID NO:18, SEQ ID NO:20, SEQ ID NO:30, SEQ ID NO:32, SEQ ID NO:34, SEQ ID NO:36, SEQ ID NO:38, SEQ ID NO:40, SEQ ID NO:52, SEQ ID NO:54, SEQ ID NO:56, SEQ ID NO:59, SEQ ID NO:61, SEQ ID NO:63, SEQ ID NO:65, SEQ ID NO:67, SEQ ID NO:69, SEQ ID NO:71, SEQ ID NO:73, SEQ ID NO:75, SEQ ID NO:77, SEQ ID NO:79, SEQ ID NO:81, SEQ ID NO:83, SEQ ID NO:85, SEQ ID NO:87, SEQ ID NO:91, SEQ ID NO:93, SEQ ID NO:95, and SEQ ID NO:97.

21. The isolated polypeptide of claim 17 further defined as comprising at least 50 contiguous amino acids of SEQ ID NO:6, SEQ ID NO:8, SEQ ID NO:10, SEQ ID NO:12, SEQ ID NO:14, SEQ ID NO:16, SEQ ID NO:18, SEQ ID NO:20, SEQ ID NO:30, SEQ ID NO:32, SEQ ID NO:34, SEQ ID NO:36, SEQ ID NO:38, SEQ ID NO:40, SEQ ID NO:52, SEQ ID NO:54, SEQ ID NO:56, SEQ ID NO:59, SEQ ID NO:61, SEQ ID NO:63, SEQ ID NO:65, SEQ ID NO:67, SEQ ID NO:69, SEQ ID

NO:71, SEQ ID NO:73, SEQ ID NO:75, SEQ ID NO:77, SEQ ID NO:79, SEQ ID NO:81, SEQ ID NO:83, SEQ ID NO:85, SEQ ID NO:87, SEQ ID NO:91, SEQ ID NO:93, SEQ ID NO:95, and SEQ ID NO:97.

- 5 22. The isolated polypeptide of claim 17 further defined as comprising the amino acid sequence of SEQ ID NO:6, SEQ ID NO:8, SEQ ID NO:10, SEQ ID NO:12, SEQ ID NO:14, SEQ ID NO:16, SEQ ID NO:18, SEQ ID NO:20, SEQ ID NO:30, SEQ ID NO:32, SEQ ID NO:34, SEQ ID NO:36, SEQ ID NO:38, SEQ ID NO:40, SEQ ID NO:52, SEQ ID NO:54, SEQ ID NO:56, SEQ ID NO:59, SEQ ID NO:61, SEQ ID
10 NO:63, SEQ ID NO:65, SEQ ID NO:67, SEQ ID NO:69, SEQ ID NO:71, SEQ ID NO:73, SEQ ID NO:75, SEQ ID NO:77, SEQ ID NO:79, SEQ ID NO:81, SEQ ID NO:83, SEQ ID NO:85, SEQ ID NO:87, SEQ ID NO:91, SEQ ID NO:93, SEQ ID NO:95, and SEQ ID NO:97.
- 15 23. An isolated polypeptide which specifically binds with antibodies raised against a Vls polypeptide of *Borrelia garinii* or *Borrelia afzelii*.
24. The polypeptide of claim 23 further defined as having at least 75% homology to a *Borrelia garinii* or *Borrelia afzelii* Vls polypeptide.
- 20 25. The polypeptide of claim 23 further defined as having at least 75% homology to a polypeptide comprising the amino acid sequence of SEQ ID NO:6, SEQ ID NO:8, SEQ ID NO:10, SEQ ID NO:12, SEQ ID NO:14, SEQ ID NO:16, SEQ ID NO:18, SEQ ID NO:20, SEQ ID NO:30, SEQ ID NO:32, SEQ ID NO:34, SEQ ID NO:36, SEQ ID NO:38, SEQ ID NO:40, SEQ ID NO:52, SEQ ID NO:54, SEQ ID NO:56, SEQ ID NO:59, SEQ ID NO:61, SEQ ID NO:63, SEQ ID NO:65, SEQ ID NO:67, SEQ ID NO:69, SEQ ID NO:71, SEQ ID NO:73, SEQ ID NO:75, SEQ ID NO:77, SEQ ID NO:79, SEQ ID NO:81, SEQ ID NO:83, SEQ ID NO:85, SEQ ID NO:87, SEQ ID NO:91, SEQ ID NO:93, SEQ ID NO:95, and SEQ ID NO:97.
- 25 30 26. The polypeptide of claim 23 further defined as having at least 85% homology to a polypeptide comprising the amino acid sequence of SEQ ID NO:6, SEQ ID NO:8, SEQ ID NO:10, SEQ ID NO:12, SEQ ID NO:14, SEQ ID NO:16, SEQ ID NO:18,

SEQ ID NO:20, SEQ ID NO:30, SEQ ID NO:32, SEQ ID NO:34, SEQ ID NO:36,
SEQ ID NO:38, SEQ ID NO:40, SEQ ID NO:52, SEQ ID NO:54, SEQ ID NO:56,
SEQ ID NO:59, SEQ ID NO:61, SEQ ID NO:63, SEQ ID NO:65, SEQ ID NO:67,
SEQ ID NO:69, SEQ ID NO:71, SEQ ID NO:73, SEQ ID NO:75, SEQ ID NO:77,
5 SEQ ID NO:79, SEQ ID NO:81, SEQ ID NO:83, SEQ ID NO:85, SEQ ID NO:87,
SEQ ID NO:91, SEQ ID NO:93, SEQ ID NO:95, and SEQ ID NO:97.

27. The polypeptide of claim 23 further defined as having at least 90% homology
to a polypeptide comprising the amino acid sequence of SEQ ID NO:6, SEQ ID NO:8,
10 SEQ ID NO:10, SEQ ID NO:12, SEQ ID NO:14, SEQ ID NO:16, SEQ ID NO:18,
SEQ ID NO:20, SEQ ID NO:30, SEQ ID NO:32, SEQ ID NO:34, SEQ ID NO:36,
SEQ ID NO:38, SEQ ID NO:40, SEQ ID NO:52, SEQ ID NO:54, SEQ ID NO:56,
SEQ ID NO:59, SEQ ID NO:61, SEQ ID NO:63, SEQ ID NO:65, SEQ ID NO:67,
SEQ ID NO:69, SEQ ID NO:71, SEQ ID NO:73, SEQ ID NO:75, SEQ ID NO:77,
15 SEQ ID NO:79, SEQ ID NO:81, SEQ ID NO:83, SEQ ID NO:85, SEQ ID NO:87,
SEQ ID NO:91, SEQ ID NO:93, SEQ ID NO:95, and SEQ ID NO:97.

28. A protein composition comprising an isolated polypeptide which specifically
binds with antibodies raised against a Vls polypeptide of *Borrelia garinii* or *Borrelia*
20 *afzelii*.

29. The composition of claim 28 further defined as comprising a physiologically
acceptable excipient.

25 30. The composition of claim 28, wherein the isolated polypeptide further
comprises an anchoring moiety.

31. The composition of claim 30, wherein the anchoring moiety is biotin.

30 32. A purified antibody that binds immunologically to a Vls polypeptide of
Borrelia garinii or *Borrelia afzelii*.

33. The purified antibody of claim 32, wherein the Vls polypeptide is further defined as comprising at least 16 contiguous amino acids of SEQ ID NO:6, SEQ ID NO:8, SEQ ID NO:10, SEQ ID NO:12, SEQ ID NO:59, SEQ ID NO:61, SEQ ID NO:63, SEQ ID NO:65, SEQ ID NO:67, SEQ ID NO:69, SEQ ID NO:71, SEQ ID NO:73, SEQ ID NO:75, SEQ ID NO:77, SEQ ID NO:79, SEQ ID NO:81, SEQ ID NO:83, SEQ ID NO:85, SEQ ID NO:87, and SEQ ID NO:97.

34. The purified antibody of claim 32, wherein the Vls polypeptide is further defined as comprising at least 20 contiguous amino acids of SEQ ID NO:6, SEQ ID NO:8, SEQ ID NO:10, SEQ ID NO:12, SEQ ID NO:59, SEQ ID NO:61, SEQ ID NO:63, SEQ ID NO:65, SEQ ID NO:67, SEQ ID NO:69, SEQ ID NO:71, SEQ ID NO:73, SEQ ID NO:75, SEQ ID NO:77, SEQ ID NO:79, SEQ ID NO:81, SEQ ID NO:83, SEQ ID NO:85, SEQ ID NO:87, and SEQ ID NO:97.

35. The purified antibody of claim 32, wherein the Vls polypeptide is further defined as comprising at least 35 contiguous amino acids of SEQ ID NO:6, SEQ ID NO:8, SEQ ID NO:10, SEQ ID NO:12, SEQ ID NO:14, SEQ ID NO:16, SEQ ID NO:18, SEQ ID NO:20, SEQ ID NO:30, SEQ ID NO:32, SEQ ID NO:34, SEQ ID NO:36, SEQ ID NO:38, SEQ ID NO:40, SEQ ID NO:52, SEQ ID NO:54, SEQ ID NO:56, SEQ ID NO:59, SEQ ID NO:61, SEQ ID NO:63, SEQ ID NO:65, SEQ ID NO:67, SEQ ID NO:69, SEQ ID NO:71, SEQ ID NO:73, SEQ ID NO:75, SEQ ID NO:77, SEQ ID NO:79, SEQ ID NO:81, SEQ ID NO:83, SEQ ID NO:85, SEQ ID NO:87, SEQ ID NO:91, SEQ ID NO:93, SEQ ID NO:95, and SEQ ID NO:97.

36. The purified antibody of claim 32, wherein the Vls polypeptide is further defined as comprising at least 50 contiguous amino acids of SEQ ID NO:6, SEQ ID NO:8, SEQ ID NO:10, SEQ ID NO:12, SEQ ID NO:14, SEQ ID NO:16, SEQ ID NO:18, SEQ ID NO:20, SEQ ID NO:30, SEQ ID NO:32, SEQ ID NO:34, SEQ ID NO:36, SEQ ID NO:38, SEQ ID NO:40, SEQ ID NO:52, SEQ ID NO:54, SEQ ID NO:56, SEQ ID NO:59, SEQ ID NO:61, SEQ ID NO:63, SEQ ID NO:65, SEQ ID NO:67, SEQ ID NO:69, SEQ ID NO:71, SEQ ID NO:73, SEQ ID NO:75, SEQ ID NO:77, SEQ ID NO:79, SEQ ID NO:81, SEQ ID NO:83, SEQ ID NO:85, SEQ ID NO:87, SEQ ID NO:91, SEQ ID NO:93, SEQ ID NO:95, and SEQ ID NO:97.

37. The purified antibody of claim 32, wherein the Vls polypeptide is further defined as comprising the amino acid sequence of SEQ ID NO:6, SEQ ID NO:8, SEQ ID NO:10, SEQ ID NO:12, SEQ ID NO:14, SEQ ID NO:16, SEQ ID NO:18, SEQ ID NO:20, SEQ ID NO:30, SEQ ID NO:32, SEQ ID NO:34, SEQ ID NO:36, SEQ ID NO:38, SEQ ID NO:40, SEQ ID NO:52, SEQ ID NO:54, SEQ ID NO:56, SEQ ID NO:59, SEQ ID NO:61, SEQ ID NO:63, SEQ ID NO:65, SEQ ID NO:67, SEQ ID NO:69, SEQ ID NO:71, SEQ ID NO:73, SEQ ID NO:75, SEQ ID NO:77, SEQ ID NO:79, SEQ ID NO:81, SEQ ID NO:83, SEQ ID NO:85, SEQ ID NO:87, SEQ ID NO:91, SEQ ID NO:93, SEQ ID NO:95, and SEQ ID NO:97.

38. The antibody of claim 32 wherein the antibody is linked to a detectable label.

39. A method of generating an immune response, comprising administering to a mammal an immunologically effective amount of a Vls polypeptide of *Borrelia garinii* or *Borrelia afzelii*.

40. The method of claim 39, wherein the Vls polypeptide comprises at least 16 contiguous amino acids of SEQ ID NO:6, SEQ ID NO:8, SEQ ID NO:10, SEQ ID NO:12, SEQ ID NO:59, SEQ ID NO:61, SEQ ID NO:63, SEQ ID NO:65, SEQ ID NO:67, SEQ ID NO:69, SEQ ID NO:71, SEQ ID NO:73, SEQ ID NO:75, SEQ ID NO:77, SEQ ID NO:79, SEQ ID NO:81, SEQ ID NO:83, SEQ ID NO:85, SEQ ID NO:87, and SEQ ID NO:97.

41. The method of claim 39, wherein the Vls polypeptide comprises at least 20 contiguous amino acids of SEQ ID NO:6, SEQ ID NO:8, SEQ ID NO:10, SEQ ID NO:12, SEQ ID NO:59, SEQ ID NO:61, SEQ ID NO:63, SEQ ID NO:65, SEQ ID NO:67, SEQ ID NO:69, SEQ ID NO:71, SEQ ID NO:73, SEQ ID NO:75, SEQ ID NO:77, SEQ ID NO:79, SEQ ID NO:81, SEQ ID NO:83, SEQ ID NO:85, SEQ ID NO:87, and SEQ ID NO:97.

42. The method of claim 39, wherein the Vls polypeptide comprises at least 35 contiguous amino acids of SEQ ID NO:6, SEQ ID NO:8, SEQ ID NO:10, SEQ ID

NO:12, SEQ ID NO:14, SEQ ID NO:16, SEQ ID NO:18, SEQ ID NO:20, SEQ ID NO:30, SEQ ID NO:32, SEQ ID NO:34, SEQ ID NO:36, SEQ ID NO:38, SEQ ID NO:40, SEQ ID NO:52, SEQ ID NO:54, SEQ ID NO:56, SEQ ID NO:59, SEQ ID NO:61, SEQ ID NO:63, SEQ ID NO:65, SEQ ID NO:67, SEQ ID NO:69, SEQ ID NO:71, SEQ ID NO:73, SEQ ID NO:75, SEQ ID NO:77, SEQ ID NO:79, SEQ ID NO:81, SEQ ID NO:83, SEQ ID NO:85, SEQ ID NO:87, SEQ ID NO:91, SEQ ID NO:93, SEQ ID NO:95, and SEQ ID NO:97.

43. The method of claim 39, wherein the Vls polypeptide comprises at least 50 contiguous amino acids of SEQ ID NO:6, SEQ ID NO:8, SEQ ID NO:10, SEQ ID NO:12, SEQ ID NO:14, SEQ ID NO:16, SEQ ID NO:18, SEQ ID NO:20, SEQ ID NO:30, SEQ ID NO:32, SEQ ID NO:34, SEQ ID NO:36, SEQ ID NO:38, SEQ ID NO:40, SEQ ID NO:52, SEQ ID NO:54, SEQ ID NO:56, SEQ ID NO:59, SEQ ID NO:61, SEQ ID NO:63, SEQ ID NO:65, SEQ ID NO:67, SEQ ID NO:69, SEQ ID NO:71, SEQ ID NO:73, SEQ ID NO:75, SEQ ID NO:77, SEQ ID NO:79, SEQ ID NO:81, SEQ ID NO:83, SEQ ID NO:85, SEQ ID NO:87, SEQ ID NO:91, SEQ ID NO:93, SEQ ID NO:95, and SEQ ID NO:97.

44. The method of claim 39, wherein the Vls polypeptide comprises SEQ ID NO:6, SEQ ID NO:8, SEQ ID NO:10, SEQ ID NO:12, SEQ ID NO:14, SEQ ID NO:16, SEQ ID NO:18, SEQ ID NO:20, SEQ ID NO:30, SEQ ID NO:32, SEQ ID NO:34, SEQ ID NO:36, SEQ ID NO:38, SEQ ID NO:40, SEQ ID NO:52, SEQ ID NO:54, SEQ ID NO:56, SEQ ID NO:59, SEQ ID NO:61, SEQ ID NO:63, SEQ ID NO:65, SEQ ID NO:67, SEQ ID NO:69, SEQ ID NO:71, SEQ ID NO:73, SEQ ID NO:75, SEQ ID NO:77, SEQ ID NO:79, SEQ ID NO:81, SEQ ID NO:83, SEQ ID NO:85, SEQ ID NO:87, SEQ ID NO:91, SEQ ID NO:93, SEQ ID NO:95, and SEQ ID NO:97.

45. A method of assaying for *Borrelia* infection comprising:

- (a) obtaining a sample from a subject;
- (b) obtaining an antibody that binds immunologically to a Vls polypeptide of *Borrelia afzelii* or *Borrelia garinii* or a Vls polypeptide that binds immunologically to such an antibody;

- (c) admixing the sample and the antibody or the Vls polypeptide; and
(d) determining whether immunologic binding occurs between the antibody and a polypeptide in the sample or between the Vls polypeptide and an antibody in the sample;
5 wherein immunologic binding is indicative of *Borrelia* infection.

46. The method of claim 45, wherein the *Borrelia* infection is further defined as Lyme disease.

10 47. The method of claim 45, wherein the sample is blood.

48. The method of claim 45, wherein the sample is urine.

15 49. The method of claim 45, wherein the assay is an immunoassay.

50. The method of claim 49, wherein the immunoassay is an enzyme immunoassay.

20 51. The method of claim 50, wherein the enzyme immunoassay comprises an ELISA.

52. The method of claim 49, wherein the immunoassay assay comprises western blotting.

25 53. The method of claim 49, wherein the immunoassay comprises immunoprecipitation.

30 54. The method of claim 49, wherein the immunoassay comprises a radioimmunoassay.

55. The method of claim 45, wherein the subject is an animal.

56. The method of claim 55, wherein the animal is a human.

57. The method of claim 55, wherein the animal is a dog, deer, horse, cow or mouse.

5 58. The method of claim 45, wherein the Vls polypeptide comprises at least 16 contiguous amino acids of SEQ ID NO:6, SEQ ID NO:8, SEQ ID NO:10, SEQ ID NO:12, SEQ ID NO:59, SEQ ID NO:61, SEQ ID NO:63, SEQ ID NO:65, SEQ ID NO:67, SEQ ID NO:69, SEQ ID NO:71, SEQ ID NO:73, SEQ ID NO:75, SEQ ID NO:77, SEQ ID NO:79, SEQ ID NO:81, SEQ ID NO:83, SEQ ID NO:85, SEQ ID
10 NO:87, and SEQ ID NO:97.

59. The method of claim 45, wherein the Vls polypeptide comprises at least 20 contiguous amino acids of SEQ ID NO:6, SEQ ID NO:8, SEQ ID NO:10, SEQ ID NO:12, SEQ ID NO:59, SEQ ID NO:61, SEQ ID NO:63, SEQ ID NO:65, SEQ ID
15 NO:67, SEQ ID NO:69, SEQ ID NO:71, SEQ ID NO:73, SEQ ID NO:75, SEQ ID NO:77, SEQ ID NO:79, SEQ ID NO:81, SEQ ID NO:83, SEQ ID NO:85, SEQ ID NO:87, and SEQ ID NO:97.

60. The method of claim 45, wherein the Vls polypeptide comprises at least 35 contiguous amino acids of SEQ ID NO:6, SEQ ID NO:8, SEQ ID NO:10, SEQ ID NO:12, SEQ ID NO:14, SEQ ID NO:16, SEQ ID NO:18, SEQ ID NO:20, SEQ ID NO:30, SEQ ID NO:32, SEQ ID NO:34, SEQ ID NO:36, SEQ ID NO:38, SEQ ID NO:40, SEQ ID NO:52, SEQ ID NO:54, SEQ ID NO:56, SEQ ID NO:59, SEQ ID NO:61, SEQ ID NO:63, SEQ ID NO:65, SEQ ID NO:67, SEQ ID NO:69, SEQ ID
25 NO:71, SEQ ID NO:73, SEQ ID NO:75, SEQ ID NO:77, SEQ ID NO:79, SEQ ID NO:81, SEQ ID NO:83, SEQ ID NO:85, SEQ ID NO:87, SEQ ID NO:91, SEQ ID NO:93, SEQ ID NO:95, and SEQ ID NO:97.

61. The method of claim 45, wherein the Vls polypeptide comprises at least 50 contiguous amino acids of SEQ ID NO:6, SEQ ID NO:8, SEQ ID NO:10, SEQ ID NO:12, SEQ ID NO:14, SEQ ID NO:16, SEQ ID NO:18, SEQ ID NO:20, SEQ ID NO:30, SEQ ID NO:32, SEQ ID NO:34, SEQ ID NO:36, SEQ ID NO:38, SEQ ID NO:40, SEQ ID NO:52, SEQ ID NO:54, SEQ ID NO:56, SEQ ID NO:59, SEQ ID
30

NO:61, SEQ ID NO:63, SEQ ID NO:65, SEQ ID NO:67, SEQ ID NO:69, SEQ ID NO:71, SEQ ID NO:73, SEQ ID NO:75, SEQ ID NO:77, SEQ ID NO:79, SEQ ID NO:81, SEQ ID NO:83, SEQ ID NO:85, SEQ ID NO:87, SEQ ID NO:91, SEQ ID NO:93, SEQ ID NO:95, and SEQ ID NO:97.

5

62. The method of claim 45, wherein the Vls polypeptide comprises SEQ ID NO:6, SEQ ID NO:8, SEQ ID NO:10, SEQ ID NO:12, SEQ ID NO:14, SEQ ID NO:16, SEQ ID NO:18, SEQ ID NO:20, SEQ ID NO:30, SEQ ID NO:32, SEQ ID NO:34, SEQ ID NO:36, SEQ ID NO:38, SEQ ID NO:40, SEQ ID NO:52, SEQ ID NO:54, SEQ ID NO:56, SEQ ID NO:59, SEQ ID NO:61, SEQ ID NO:63, SEQ ID NO:65, SEQ ID NO:67, SEQ ID NO:69, SEQ ID NO:71, SEQ ID NO:73, SEQ ID NO:75, SEQ ID NO:77, SEQ ID NO:79, SEQ ID NO:81, SEQ ID NO:83, SEQ ID NO:85, SEQ ID NO:87, SEQ ID NO:91, SEQ ID NO:93, SEQ ID NO:95, and SEQ ID NO:97.

15

63. The method of claim 45, wherein the Vls polypeptide further comprises an anchoring moiety.

64. The method of claim 63, wherein the anchoring moiety is biotin.

20

65. The method of claim 45 further defined as comprising:

- (a) obtaining an antibody that binds immunologically to a Vls polypeptide of *Borrelia garinii* or *Borrelia afzelii*;
- (b) admixing the sample and the antibody; and
- (c) determining whether there is immunologic binding between the antibody and a polypeptide in the sample.

25

66. The method of claim 45 further defined as comprising:

- (a) obtaining a polypeptide that binds immunologically to an antibody that binds immunologically to a Vls polypeptide of *Borrelia garinii* or *Borrelia afzelii*;
- (b) admixing the sample and the polypeptide; and

30

- (c) determining whether the polypeptide binds immunologically to an antibody in the sample.

67. The method of claim 66, wherein determining immunological binding
5 comprises an ELISA.

68. A method of assaying for *Borrelia* infection comprising:
(a) obtaining a sample from a subject;
(b) obtaining a Vls polypeptide of *Borrelia afzelii* or *Borrelia garinii*;
10 (c) admixing the sample and the the polypeptide; and
(d) determining whether immunologic binding occurs between the polypeptide and an antibody in the sample;

wherein immunologic binding is indicative of *Borrelia* infection.

15 69. The method of claim 68, wherein the *Borrelia* infection is further defined as Lyme disease.

70. The method of claim 68, wherein the sample is blood.

20 71. The method of claim 68, wherein the sample is urine.

72. The method of claim 68, wherein the assay is an immunoassay.

73. The method of claim 72, wherein the immunoassay is an enzyme
25 immunoassay.

74. The method of claim 73, wherein the enzyme immunoassay comprises an ELISA.

30 75. The method of claim 72, wherein the immunoassay assay comprises western blotting.

76. The method of claim 72, wherein the immunoassay comprises immunoprecipitation.

77. The method of claim 72, wherein the immunoassay comprises a
5 radioimmunoassay.

78. The method of claim 68, wherein the subject is an animal.

79. The method of claim 78, wherein the animal is a human.
10

80. The method of claim 78, wherein the animal is a dog, deer, horse, cow or mouse.

81. The method of claim 68, wherein the Vls polypeptide comprises at least 16
15 contiguous amino acids of SEQ ID NO:6, SEQ ID NO:8, SEQ ID NO:10, SEQ ID NO:12, SEQ ID NO:59, SEQ ID NO:61, SEQ ID NO:63, SEQ ID NO:65, SEQ ID NO:67, SEQ ID NO:69, SEQ ID NO:71, SEQ ID NO:73, SEQ ID NO:75, SEQ ID NO:77, SEQ ID NO:79, SEQ ID NO:81, SEQ ID NO:83, SEQ ID NO:85, SEQ ID NO:87, and SEQ ID NO:97.

20
82. The method of claim 68, wherein the Vls polypeptide comprises at least 20 contiguous amino acids of SEQ ID NO:6, SEQ ID NO:8, SEQ ID NO:10, SEQ ID NO:12, SEQ ID NO:59, SEQ ID NO:61, SEQ ID NO:63, SEQ ID NO:65, SEQ ID NO:67, SEQ ID NO:69, SEQ ID NO:71, SEQ ID NO:73, SEQ ID NO:75, SEQ ID
25 NO:77, SEQ ID NO:79, SEQ ID NO:81, SEQ ID NO:83, SEQ ID NO:85, SEQ ID NO:87, and SEQ ID NO:97.

83. The method of claim 68, wherein the Vls polypeptide comprises at least 35
30 contiguous amino acids of SEQ ID NO:6, SEQ ID NO:8, SEQ ID NO:10, SEQ ID NO:12, SEQ ID NO:14, SEQ ID NO:16, SEQ ID NO:18, SEQ ID NO:20, SEQ ID NO:30, SEQ ID NO:32, SEQ ID NO:34, SEQ ID NO:36, SEQ ID NO:38, SEQ ID NO:40, SEQ ID NO:52, SEQ ID NO:54, SEQ ID NO:56, SEQ ID NO:59, SEQ ID NO:61, SEQ ID NO:63, SEQ ID NO:65, SEQ ID NO:67, SEQ ID NO:69, SEQ ID

NO:71, SEQ ID NO:73, SEQ ID NO:75, SEQ ID NO:77, SEQ ID NO:79, SEQ ID NO:81, SEQ ID NO:83, SEQ ID NO:85, SEQ ID NO:87, SEQ ID NO:91, SEQ ID NO:93, SEQ ID NO:95, and SEQ ID NO:97.

5 84. The method of claim 68, wherein the Vls polypeptide comprises at least 50 contiguous amino acids of SEQ ID NO:6, SEQ ID NO:8, SEQ ID NO:10, SEQ ID NO:12, SEQ ID NO:14, SEQ ID NO:16, SEQ ID NO:18, SEQ ID NO:20, SEQ ID NO:30, SEQ ID NO:32, SEQ ID NO:34, SEQ ID NO:36, SEQ ID NO:38, SEQ ID NO:40, SEQ ID NO:52, SEQ ID NO:54, SEQ ID NO:56, SEQ ID NO:59, SEQ ID
10 NO:61, SEQ ID NO:63, SEQ ID NO:65, SEQ ID NO:67, SEQ ID NO:69, SEQ ID NO:71, SEQ ID NO:73, SEQ ID NO:75, SEQ ID NO:77, SEQ ID NO:79, SEQ ID NO:81, SEQ ID NO:83, SEQ ID NO:85, SEQ ID NO:87, SEQ ID NO:91, SEQ ID NO:93, SEQ ID NO:95, and SEQ ID NO:97.

15 85. The method of claim 68, wherein the Vls polypeptide comprises SEQ ID NO:6, SEQ ID NO:8, SEQ ID NO:10, SEQ ID NO:12, SEQ ID NO:14, SEQ ID NO:16, SEQ ID NO:18, SEQ ID NO:20, SEQ ID NO:30, SEQ ID NO:32, SEQ ID NO:34, SEQ ID NO:36, SEQ ID NO:38, SEQ ID NO:40, SEQ ID NO:52, SEQ ID NO:54, SEQ ID NO:56, SEQ ID NO:59, SEQ ID NO:61, SEQ ID NO:63, SEQ ID
20 NO:65, SEQ ID NO:67, SEQ ID NO:69, SEQ ID NO:71, SEQ ID NO:73, SEQ ID NO:75, SEQ ID NO:77, SEQ ID NO:79, SEQ ID NO:81, SEQ ID NO:83, SEQ ID NO:85, SEQ ID NO:87, SEQ ID NO:91, SEQ ID NO:93, SEQ ID NO:95, and SEQ ID NO:97.

25 86. The method of claim 68, wherein the Vls polypeptide further comprises an anchoring moiety.

87. The method of claim 86, wherein the anchoring moiety is biotin.

30 88. A kit for use in diagnosing Lyme disease in a subject comprising:
 (a) a first container including an antibody that binds immunologically to a Vls polypeptide of *Borrelia afzelii* or *Borrelia garinii* or a Vls polypeptide that binds immunologically to such an antibody.

89. The kit of claim 88, wherein the antibody is a monoclonal antibody.
90. The kit of claim 88, wherein the antibody is a polyclonal antibody.
- 5 91. The kit of claim 88, wherein the antibody is labeled.
92. The kit of claim 88, wherein the polypeptide is labeled.
- 10 93. The kit of claim 88, wherein the Vls polypeptide further comprises an anchoring moiety.
94. The composition of claim 93, wherein the anchoring moiety is biotin.

15